

Partiel de traitement et recalage d'images

Consignes

- Le partiel dure 1h45.
- Vous avez le droit à une feuille A4 manuscrite recto-verso, les autres documents sont interdits.
- Le sujet est à rendre avec la copie (certaines réponses sont apportées directement sur le sujet).

1 Questions de cours (7.5 pts)

Question 1 – Sous Matlab, quelle(s) opération(s) doit-on faire avant de visualiser le module de la transformée de Fourier d'une image de taille $M \times N$? Justifiez votre réponse.

Question 2 – Rappelez quelles sont les quatre grandes étapes du recalage d'images.

Question 3 – On souhaite réaliser un diaporama (360°) avec une série de photos prises à l'aide d'un appareil photo numérique tenu par l'utilisateur (pas de trépied). Quelles sont les transformations géométriques qui peuvent entrer en jeu dans la chaîne de traitement du recalage des photos ? Justifiez votre réponse en donnant un exemple de cause de transformation géométrique d'une photo à l'autre.

Question 4 – Pour effectuer une détection de contour, pourquoi préfère-t-on utiliser la dérivée première plutôt que la dérivée seconde ? A quoi sert la dérivée seconde ? Justifiez votre réponse (on pourra illustrer l'explication à l'aide de "contour 1D").

Question 5 – A quoi sert selon vous la transformée de Fourier 2D ?

2 Exercices d'applications (12.5 pts)

Exercice 1 – Transformée de Fourier (4.5 pts)

Associez chaque image de la figure 1 avec sa transformée de Fourier sur la figure 2 en justifiant chaque association (une réponse sans justification ne sera pas prise en compte).

Exercice 2 – Morphologie mathématique (3 pts)

On fournit sur la figure 3 une image à éroder et l'élément structurant à utiliser pour l'érosion. Attention, pour des raisons pratiques, les pixels gris valent 1 (= objet) et les pixels blancs valent 0 (= fond). Seule les grilles de la première ligne sont utiles, les grilles de la deuxième ligne sont fournies en cas de nécessité. Vous pouvez écrire sur la grille "Image à éroder", seule l'image de résultat sera notée.

Exercice 3 – Correction d'un compte-rendu de TP (5 pts)

Dans l'annexe 1, on fournit un extrait de compte-rendu rédigé par un étudiant. Les analyses et conclusions de l'étudiant sont incomplètes voire erronées, saurez-vous corriger ce compte-rendu afin qu'il soit juste et complet ?

Les corrections peuvent être faites directement sur le sujet (qui sera rendu avec la copie). Vous pouvez barrer directement sur l'annexe 1 les éléments de réponses qui sont faux et apporter vos corrections dans la marge. Vous pouvez également compléter la réponse de l'étudiant si vous jugez qu'il manque des éléments d'analyse.

Voici le sujet du TP :

Sujet du TP : Filtrage d'une image par convolution

On définit le filtre H par :

$$H = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 9 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Manipulation 1

- ➡ Charger et afficher l'image 'tungsten.tif'
- ➡ Créer le filtre H décrit précédemment.
- ➡ Convoluer cette image avec le filtre H .
- ➡ Afficher le résultat et comparer à l'image originale.

🔍 Commenter l'influence du filtre H sur l'image ? Analyser le résultat. Une attention particulière sera apportée aux valeurs d'intensité de l'image après convolution.

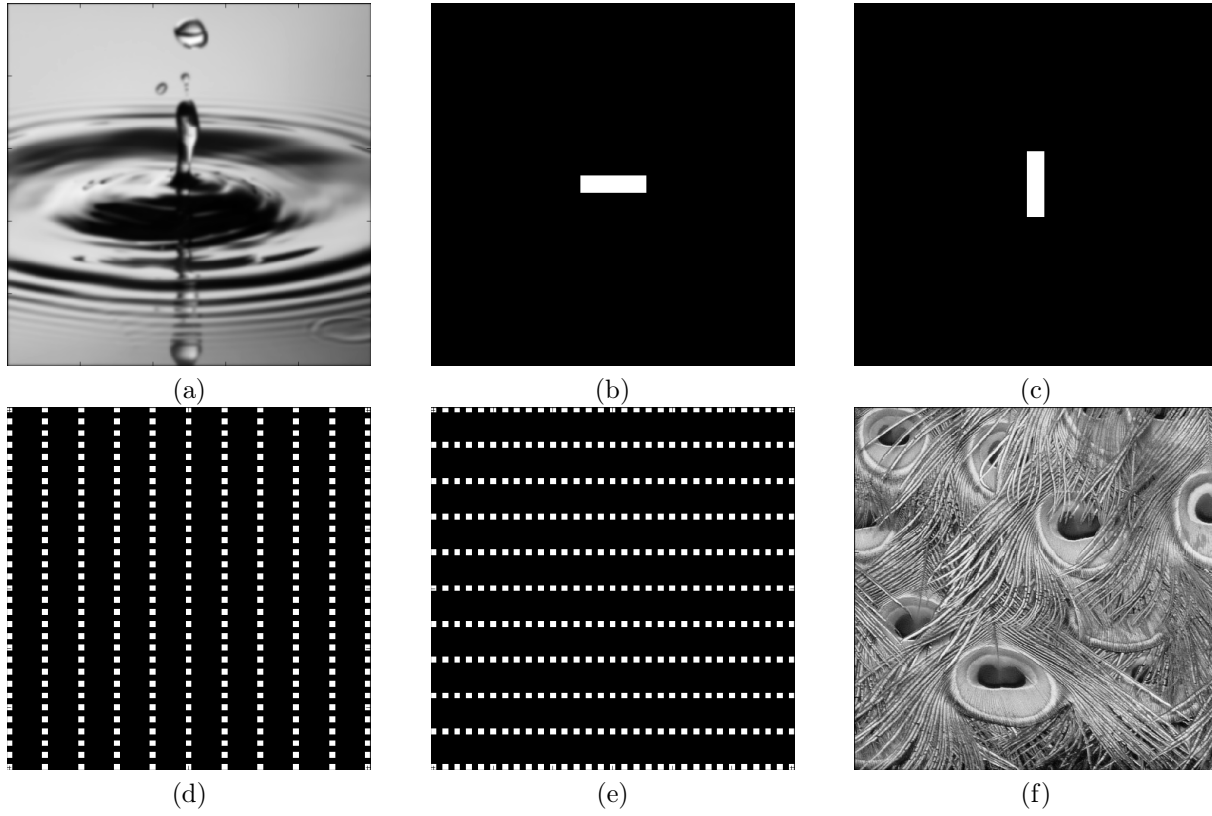


FIGURE 1 – Images

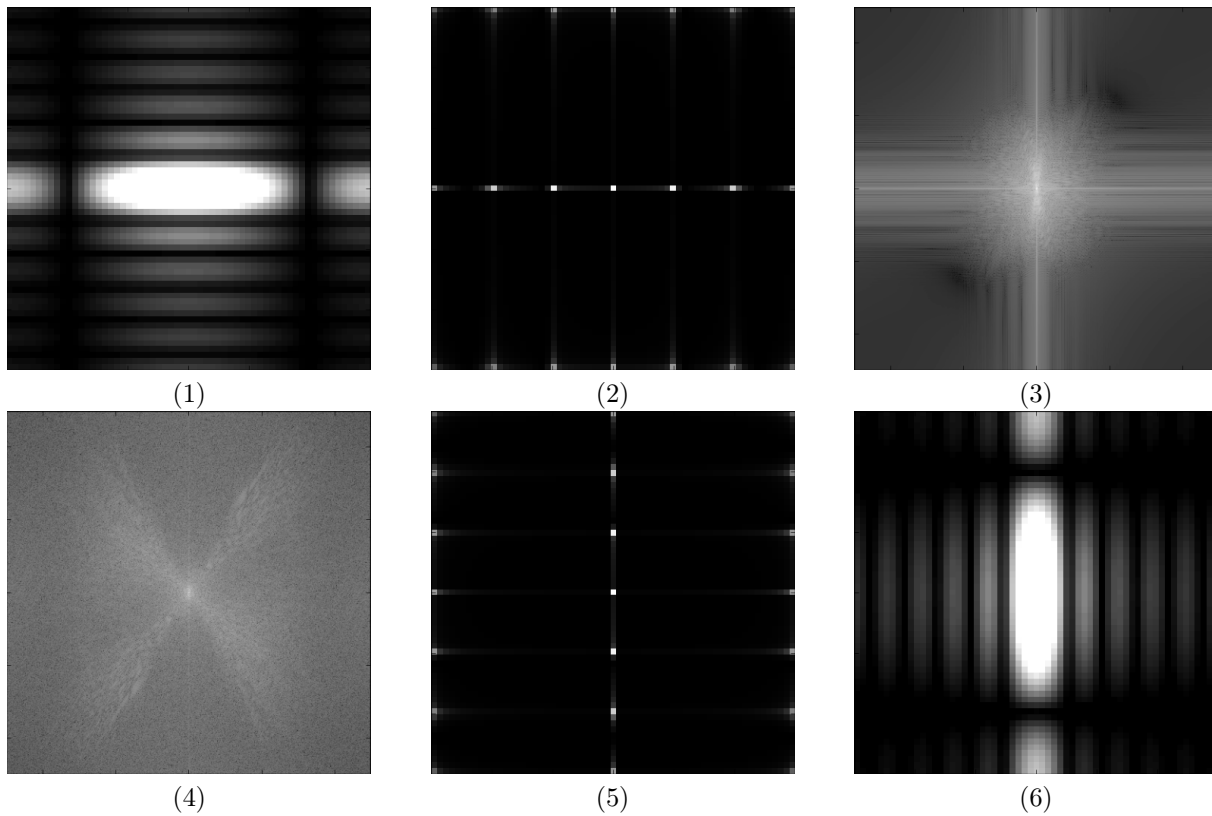
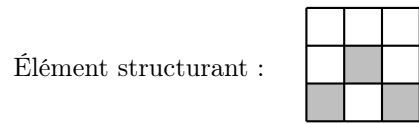
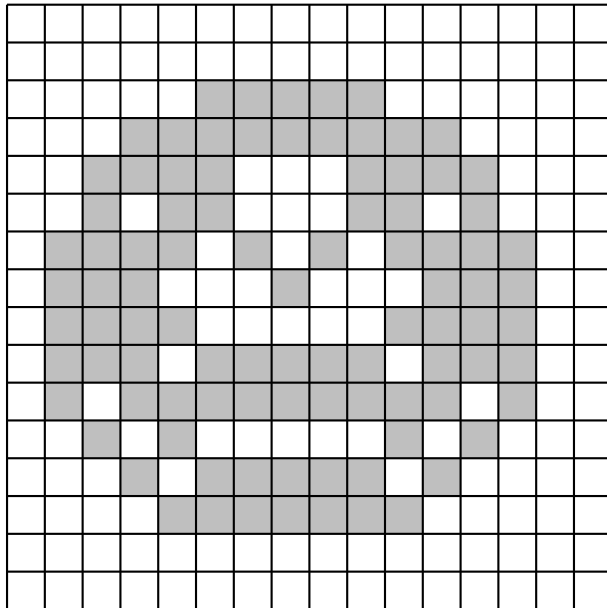


FIGURE 2 – Modules des transformées de Fourier

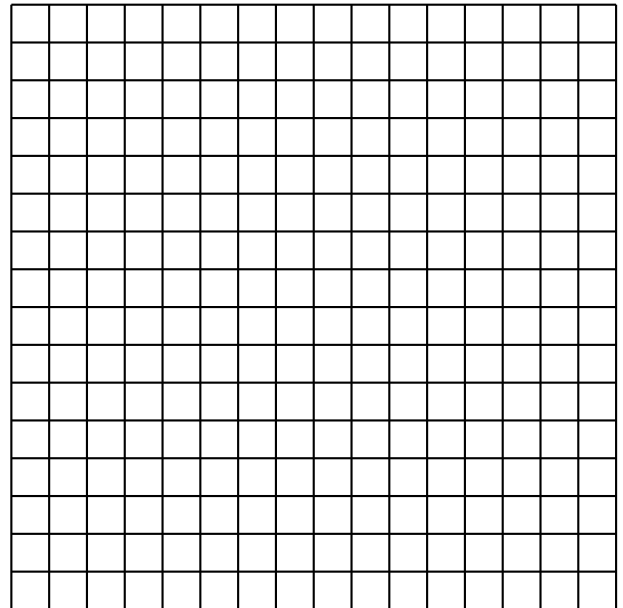


Attention, les couleurs sont inversées, pixel gris = 1 et pixel blanc = 0.

Image à éroder :



Résultat de l'érosion :



Grilles additionnelles (en cas d'erreurs indélébiles sur la première grille)

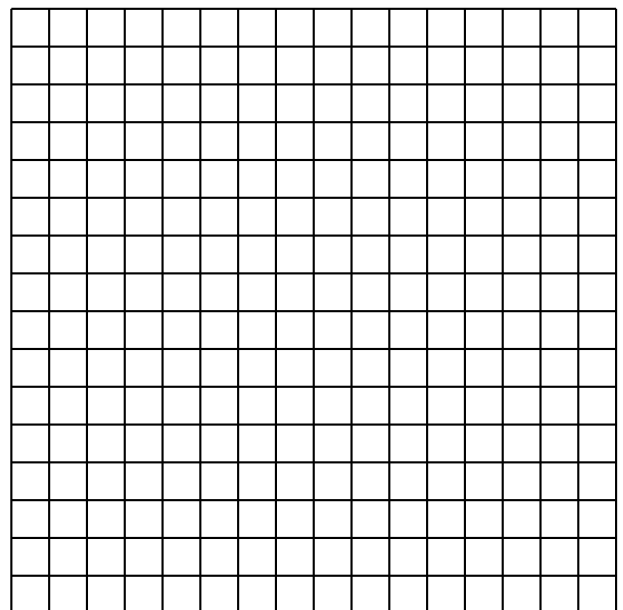
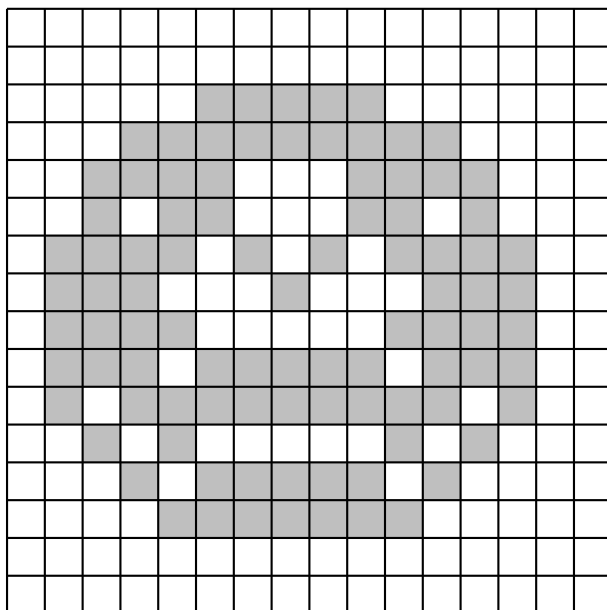
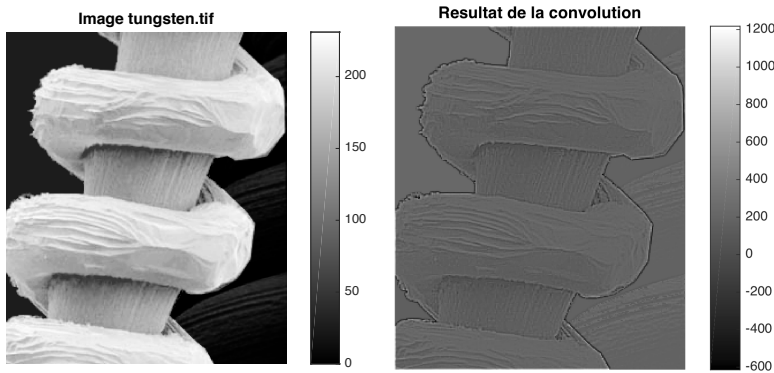


FIGURE 3 – Grilles pour l'exercice 2 – Morphologie mathématique

Annexe 1 : Compte-rendu de l'étudiant

Dans ce TP, nous allons utiliser la fonction `conv2` de Matlab qui code la convolution en deux dimensions sur l'image 'tungsten.tif' avec le filtre `H` donné dans le sujet. Nous avons utilisé l'option 'same' dans la fonction `conv2` de Matlab pour obtenir une image de même taille que l'image originale et s'affranchir des effets de bords dus à la convolution. Nous affichons sur la figure suivante l'image originale (gauche) et le résultat de la convolution (droite).

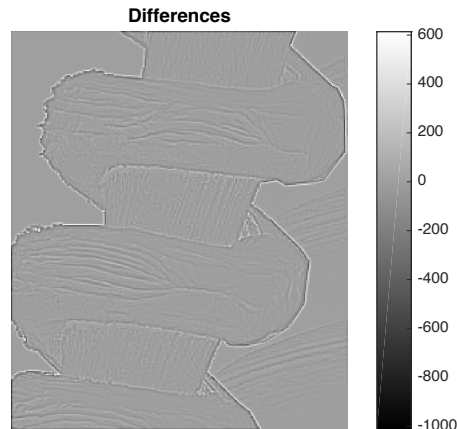


On constate visuellement que le filtre atténue le contraste de l'image, en effet sur l'image après convolution, on obtient beaucoup de pixels gris alors que sur l'image originale on a beaucoup de pixels blancs et de pixels noirs. Pour vérifier cette impression visuelle, on calcule la valeur du contraste des deux images avec la formule de l'écart-type des niveaux de gris vue en cours :

$$C_1 = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} (I(i, j) - \bar{I})^2}$$

où \bar{I} est la moyenne de l'image. Pour l'image originale on obtient une valeur de 75.31 et pour l'image filtrée on obtient une valeur de 111.46. On a donc d'après le calcul un plus grand contraste pour l'image filtrée, mais je ne sais pas pourquoi...

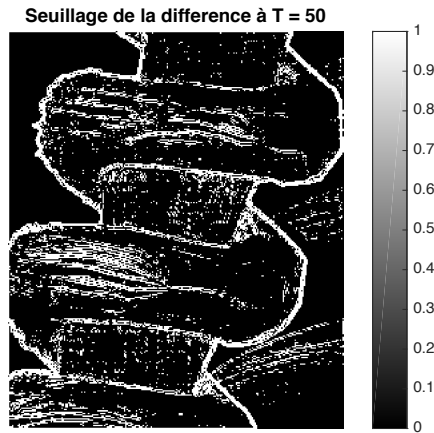
Le filtre n'agit peut-être pas sur le contraste comme nous l'avons initialement pensé. Pour avoir une idée de l'influence du filtre, on soustrait les deux images (originale - filtrée) et on affiche la différence sur la figure suivante :



D'après ce que l'on observe sur la figure de la différence, il semblerait que la différence se situe au niveau des contours, en effet ceux-ci apparaissent en noir et en blanc (avec des valeurs positives et négatives) tandis que les pixels à l'intérieur de ces contours sont en gris, d'après l'échelle de couleurs, cela correspond à des valeurs proches de zéro (donc pas de différence entre les deux images). Pour mieux mettre en évidence ce phénomène, on décide de seuiller l'image de différence avec la règle suivante :

- si $|erreur| < 50$ le pixel est mis à 0,
- sinon il est mis à 1,

de façon à voir apparaître en blanc les pixels où l'on a la plus forte différence. On obtient l'image suivante :



Les contours et les détails de l'image apparaissent en blanc, l'intérieur des contours en noir, ce qui confirme bien le fait que le filtre H met en évidence les contours.